

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Appln. No: To Be Assigned  
Applicant: M. Murakami et al.  
Filed: Herewith  
Title: MAGNETO-OPTICAL RECORDING MEDIUM, METHOD OF MANUFACTURING  
MAGNETO-OPTICAL RECORDING MEDIUM, METHOD OF RECORDING ON  
MAGNETO-OPTICAL RECORDING MEDIUM, AND METHOD OF  
REPRODUCTION FROM MAGNETO-OPTICAL RECORDING MEDIUM

TC/A.U.:  
Examiner:

**CLAIM TO RIGHT OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. § 119, Applicants hereby claim the benefit of prior  
Japanese Patent Application No. 2002-295441, filed October 8, 2002.

A certified copy of the above-referenced application is enclosed.

Respectfully submitted,

  
Allan Ratner, Reg. No. 19,717  
Attorney for Applicants

AR/dlm  
Enclosure: (1) certified priority document

P.O. Box 980  
Valley Forge, PA 19482-0980  
(610) 407-0700

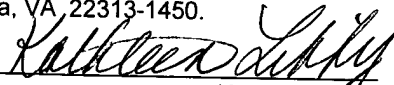
**EXPRESS MAIL**

Mailing Label Number:  
Date of Deposit:

EV 325926558 US  
October 8, 2003

I hereby certify that this paper and fee are being deposited, under 37 C.F.R. § 1.10 and with sufficient postage, using the  
"Express Mail Post Office to Addressee" service of the United States Postal Service on the date indicated above and that  
the deposit is addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA, 22313-1450.

DLM\_I:\MTS\3473US\PRIDOC.DOC

  
Kathleen Libby



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月    8 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 9 5 4 4 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 9 5 4 4 1 ]

出      願      人            松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月    7 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 6 3 4 5 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032440302

【提出日】 平成14年10月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/00  
G11B 7/24  
G11B 11/10

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 村上 元良

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 尾留川 正博

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092794

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 正道

【電話番号】 06-6397-2840

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009896

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006027

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光磁気記録媒体、その製造方法、その再生方法及び再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ディスク基板上に少なくとも膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録層を備えた光磁気記録媒体であって、

コラム構造を成長させる核となる膜構造を有する第 1 の下地層を備え、

前記第 1 の下地層の上に前記記録層が膜面垂直方向にコラム構造を有して形成されている光磁気記録媒体。

【請求項 2】 前記記録層の下に、コラム構造のグレイン幅を制御する第 2 の下地層をさらに備えた請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 3】 少なくとも、前記第 1 の下地層あるいは前記第 2 の下地層が非晶質構造の磁性薄膜である請求項 1 又は 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 4】 前記コラム構造の核となる前記第 1 の下地層は、前記記録層の一部である請求項 1 又は 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 5】 前記コラム構造のグレイン幅を制御する前記第 2 の下地層は、前記記録層の一部である請求項 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 6】 前記コラム構造の核となる第 1 の下地層は、少なくとも膜面に密度分布を有する磁性薄膜である請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 7】 前記コラム構造の核となる第 1 の下地層は、前記記録層よりも磁性薄膜の密度分布が大きい構造を有する請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 8】 前記コラム構造の核となる第 1 の下地層は、2 nm 以上の構造単位を有しない微細な構成を有する請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 9】 前記コラム構造の核となる第 1 の下地層は、表面粗さが  $R_a 0.5$  以下の微細な表面凹凸を有する請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 10】 前記コラム構造の核となる第 1 の下地層は、Ar ガスの取込み量が、0.5 mol % 以上である請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 11】 前記コラム構造の核となる第 1 の下地層は、膜厚が 5 nm 以上 50 nm 以下である請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 12】 前記第 2 の下地層は、膜面垂直方向のコラム構造を有する請

求項 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 13】 前記第 2 の下地層は、コラム形状の構造単位の幅が 2 nm 以上 40 nm 以下である請求項 12 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 14】 前記第 2 の下地層は、膜厚が 5 nm 以上 50 nm 以下である請求項 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 15】 前記光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層をさらに備え、前記記録層と磁氣的に結合した構成を備えた請求項 1 又は 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 16】 前記第 1 の下地層は、原子オーダーのランダムで微細な非晶質構成を有する請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 17】 前記記録層は、少なくとも前記第 1 の下地層よりも構造単位幅の大きいコラム形状の構造を有する請求項 1 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 18】 前記記録層は、少なくとも前記第 1 の下地層よりもポーラスな構造を有する請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 19】 前記記録層は、前記光ディスク基板上に直接形成した場合には、コラム構造を形成しない構成をとる請求項 1 又は 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 20】 前記記録層は、前記第 1 の下地層及び第 2 の下地層と相互に磁氣的に結合した構成である請求項 1 又は 2 記載の光磁気記録媒体。

【請求項 21】 前記記録層の膜面垂直方向のコラム形状の構造単位の幅は、2 nm 以上 40 nm 以下である請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 22】 前記記録層の密度は、 $2.0 \text{ g/cm}^3$  から  $5.0 \text{ g/cm}^3$  である請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 23】 前記記録層の膜厚は、40 nm 以上 300 nm 以下である請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 24】 前記記録層、および、前記第 1 の下地層は、希土類金属と遷移金属との合金薄膜により形成されている請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 25】 前記希土類金属は、少なくとも Tb、Gd、Dy、Ho の一つは含有する請求項 24 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 26】 前記記録層が多層構造である請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体。

【請求項 27】 光ディスク基板上に膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録層を備えた構成の光磁気記録媒体の製造方法であって、

少なくともコラム構造を成長させる核となる膜構造を有する第 1 の下地層を形成した上に、前記膜面垂直方向にコラム構造を有する記録層を形成する光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 28】 前記記録層のコラム構造のグレイン幅を制御する第 2 の下地層の上に、前記記録層を形成する請求項 27 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 29】 前記光ディスク基板上に、さらに、再生層、中間層が積層された記録膜を形成する請求項 27 又は 28 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 30】 真空室内に光磁気記録媒体材料からなるターゲットと前記ターゲットに対向した位置に前記光ディスク基板を配置し、固定あるいは自転した前記光ディスク基板上に前記記録膜を形成する組成を有する合金化した材料からなる前記ターゲットを用いて、マグネトロンスパッタリングすることにより前記光磁気記録媒体の記録膜を形成する請求項 27 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 31】 光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層を順次積層する記録膜を形成する光磁気記録媒体の製造方法であって、

真空室内に光磁気記録媒体材料からなるターゲットと前記ターゲットに対向した位置に前記光ディスク基板を配置し、固定あるいは自転した前記光ディスク基板上に前記記録膜を形成する組成を有する複数のターゲットを用いて、マグネトロンスパッタリングにより単原子単位で積層することにより前記光磁気記録媒体の記録膜を作製する請求項 27 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 32】 前記コラム構造の核となる前記第 1 の下地層は、コラム構造のグレイン幅を制御する前記第 2 の下地層よりも、製膜時の圧力が小さい請求項 27 又は 28 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 33】 前記記録層製造時の前記真空室内の圧力は、 $1.5 \text{ Pa}$  から  $6 \text{ Pa}$  の範囲にある請求項 27 又は 28 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 3 4】 前記第 1 の下地層は、前記記録層よりも、製膜時の堆積速度が小さい請求項 2 7 又は 2 8 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 3 5】 前記第 1 の下地層は、製膜時の膜堆積速度が、 $0.2 \text{ nm/sec}$  以上  $5 \text{ nm/sec}$  以下である請求項 2 7 又は 2 8 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 3 6】 前記コラム構造のグレイン幅を制御する前記第 2 の下地層は、製膜時の膜堆積速度が、 $0.2 \text{ nm/sec}$  以上  $5 \text{ nm/sec}$  以下である請求項 2 7 又は 2 8 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 3 7】 前記記録層は、製膜時の膜堆積速度が、 $2 \text{ nm/sec}$  以上  $20 \text{ nm/sec}$  以下である請求項 2 7 又は 2 8 記載の光磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 3 8】 請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体における前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される、光磁気記録媒体の再生方法であって、

再生時に、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記再生層側から照射し、前記媒体からの反射光を用いてトラッキング制御をかけながら、前記媒体上にレーザ光スポットの移動方向に対して、勾配を有する温度分布を形成し、温度分布の前記再生層に形成されていた磁壁を温度が高い方向へ移動させようとする磁壁に生じる力が、前記記録層から前記中間層を介して生じる結合力よりも大きくなる温度領域よりも、高い温度領域を有する温度分布を前記再生層に形成することにより、

前記光スポットの内部に、前記記録層からの情報の転写磁区を前記再生層に形成し、前記再生層での磁壁移動によって拡大形成されて、前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する再生ステップと、

を備えた、光磁気記録媒体の再生方法。

【請求項 3 9】 前記再生ステップでは、前記再生層の深さ方向で段階的に転写した前記記録磁区の大きさが磁壁移動することにより拡大して前記情報を検出する、請求項 3 8 に記載の光磁気記録媒体の再生方法。

【請求項 4 0】 請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体における前記記録層



に形成された記録磁区が、前記中間層を介して、磁氣的結合力、交換結合力、静磁結合力のいずれかの結合力により前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体の再生装置であって、

前記光磁気記録媒体からの反射光を用いたトラッキング制御手段と、

レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記レーザ光スポットの移動方向に対して、勾配を有する温度分布を形成する加熱手段とを備え、

前記光スポットの内部に、前記記録層からの情報を前記再生層に転写形成し、前記再生層での磁壁移動によって拡大形成された転写磁区から、前記記録情報を前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する光磁気記録媒体の再生装置。

【請求項 41】 請求項 1 又は 2 に記載の光磁気記録媒体における前記記録層に形成された記録磁区が、前記中間層を介して、磁氣的結合力、交換結合力、静磁結合力のいずれかの結合力により前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体の再生装置であって、

前記光磁気記録媒体へのトラッキング制御手段と、

レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記レーザ光スポットの移動方向に対して、勾配を有する温度分布を形成する加熱手段とを備え、

前記光スポットの内部に、前記記録層からの情報を前記再生層に転写形成し、前記再生層での磁壁移動によって拡大形成された転写磁区からの前記記録情報を、磁気ヘッドを用いて検出する光磁気記録媒体の再生装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ光の照射による温度上昇を利用して情報の記録及び消去を行い、且つ磁気光学効果を利用して記録信号の読み出しを行う光磁気記録媒体及びその製造方法、および、その記録再生方法に関する。

##### 【0002】

**【従来の技術】**

従来、情報記録媒体に光ビームを照射し、その反射光を検出して情報の再生が行える光メモリとして、位相ピットによって情報を記録したROM型のメモリ、光ビームの照射によって記録膜に孔を開けて情報を記録するライトワンス型の光メモリ、光ビームの照射によって記録膜の結晶相を変化させて記録を行う相変化型光メモリ、光ビームの照射と磁界の印加によって記録層の磁化方向を変化させて記録を行う光磁気メモリなど、種々の光メモリが提案されている。

**【0003】**

これらの光メモリにおいて、信号の再生分解能はほとんど再生光の波長 $\lambda$ と対物レンズの開口数（N. A.）で決まり、検出限界のピット周期はほぼ $\lambda / (2 \cdot \text{N. A.})$ であった。しかし、再生光の波長を短くしたり、対物レンズの開口数を大きくすることは容易でないため、記録媒体や再生方法を工夫して情報の記録密度を上げる試みがなされている。

**【0004】**

特に光磁気記録媒体では情報の記録密度を上げるための様々な試みが提案されている。再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって前記の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて再生分解能を向上させる技術が、例えば特許文献1に開示されている。この技術では、再生用光ビームに差し掛かると磁壁が移動する第1の磁性層である再生層が各情報トラック間で磁氣的に分離されていると、特に良好な再生信号が得られる。

**【0005】****【特許文献1】**

特開平6-290496号公報

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、記録層に高密度に記録した微小な記録磁区を再生層に転写させ、再生層の磁壁移動等により記録情報の再生を行う上では、記録層の微小磁区が安定に保持され、磁氣的な結合により再生層に強く安定に転写させる必要があっ

た。

#### 【 0 0 0 7 】

特に、記録膜の組成、製膜方法によっては、記録層の垂直磁気異方性が小さくなるために、微小な記録磁区を安定に形成するのが難しいという課題を有していた。また、記録層の記録磁区を再生層に転写させるためには、記録層の垂直磁気異方性を利用した安定な磁氣的結合が必要であり、記録層の磁気特性に依存して転写性が変化し、転写が不安定な場合には、転写ノイズ、および磁壁移動に伴うノイズが大きくなり、再生信号品質が低下するという課題があった。

#### 【 0 0 0 8 】

また、磁壁移動を安定に行うためには、情報トラック間をレーザーアニールすることにより磁氣的に分離する、あるいは、ランド／グループ構成を有する光ディスク基板を用いて、情報トラック間を遮断する方法等が用いられるが、レーザーアニールの条件、あるいは、光ディスク基板のランド／グループの溝形状に依存して、記録層から再生層への転写特性が変化し、また、光ディスク基板からの溝ノイズの影響が大きいという課題があった。

#### 【 0 0 0 9 】

特に、溝深さが大きくなる、あるいは、溝幅が小さくなると、グループ記録の場合には、記録層のミクロな構造により記録磁区の形状が変化して、再生層への転写再生による信号量が低下するという課題があった。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、記録再生のための光スポットの回折限界以下の情報信号が高速で再生可能となり、また記録密度ならびに転送速度を大幅に向上でき、また高密度に記録した場合にも、安定な記録磁区を形成可能な、光磁気記録媒体とその製造方法と再生装置を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 1 1 】

また、本願発明は、転写性に優れ、しかも繰り返し記録再生に対しても安定な光磁気記録媒体とその製造方法、再生方法を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 1 2 】

**【課題を解決するための手段】**

上記目的は、以下の本発明により達成される。

**【0013】**

本発明の光磁気記録媒体は、光ディスク基板上に少なくとも膜面垂直方向に記録層を備えた構成の光磁気記録媒体であって、コラム構造を成長させる核となる膜構造を有する第1の下地層を備え、前記第1の下地層の上に前記記録層が膜面垂直方向にコラム構造を有した構成、あるいは、コラム構造のグレイン幅を制御する第2の下地層をさらに備えた構成、あるいはさらに、光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層が順次積層し磁氣的に結合した構成の記録膜を備えた構成の光磁気記録媒体により上記の目的が達成される。

**【0014】**

あるいは、光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層が順次積層し磁氣的に結合した構成の記録膜を備えた構成の光磁気記録媒体であって、前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体において、前記記録層の下地層が非晶質構造の磁性薄膜である、あるいは、コラム構造の核となる第1の下地層は、前記記録層の一部である、あるいは、コラムのグレイン幅を制御する第2の下地層は、前記記録層の一部である構成により上記の目的が達成される。

**【0015】**

また、前記コラム構造の核となる第1の下地層は、少なくとも膜面に密度分布を有する、あるいはさらに、記録層よりも磁性薄膜の密度分布が大きい構造を有することにより上記の目的が達成される。

**【0016】**

また、第1の下地層が原子オーダーのランダムで微細な非晶質構成を有することを特徴とする光磁気記録媒体である。

**【0017】**

あるいはさらに、コラム構造形成層は、2 nm以上の構造単位を有しない微細な構成を有する、あるいは、表面粗さが $R_a 0.5$ 以下の微細な表面凹凸を有する、あるいは、Arガスの取込み量が、0.5 mol %以上であること構造を有

することを特徴とする光磁気記録媒体である。

【0 0 1 8】

さらに、コラム構造形成層は、膜厚が5 nm以上5 0 nm以下である構造を有することにより上記の目的が達成される。

【0 0 1 9】

また、コラムのグレイン幅を制御する前記2の下地層は、膜面垂直方向のコラム構造を有する構成、あるいはさらに、コラム形状の構造単位の幅が2 nm以上4 0 nm以下である構成、あるいはさらに、膜厚が5 nm以上5 0 nm以下であることにより、上記の目的が達成される。

【0 0 2 0】

また、記録層は、少なくとも前記第1の下地層よりも構造単位幅の大きいコラム形状の構造を有し、さらに、少なくとも前記第1の下地層よりもポーラスな構造を有する構成により上記の目的が達成される。

【0 0 2 1】

また、前記記録層は、前記光ディスク基板上に直接形成した場合には、コラム構造を形成しない構成を有する光磁気記録媒体である。

【0 0 2 2】

さらに、前記記録層は、前記下地層と相互に磁氣的に結合した構成であることを特徴とする光磁気記録媒体である。

【0 0 2 3】

また、記録層の膜面垂直方向のコラム形状の構造単位の幅が2 nm以上4 0 nm以下である、あるいは記録層の密度が2. 0 g/cm<sup>3</sup>から5. 0 g/cm<sup>3</sup>である構成により、上記の目的が達成される。

【0 0 2 4】

また、前記記録層の膜厚が4 0 nm以上3 0 0 nm以下である光磁気記録媒体である。

【0 0 2 5】

また、前記記録層、および、前記第1の下地層は希土類金属と遷移金属との合金薄膜により形成された構成であり、さらに、前記希土類金属は、少なくともT

b、G d、D y、H o の一つは含有することにより上記の目的が達成される。

【0 0 2 6】

さらに、上記の場合好ましくは、前記記録層が多層構造であることを特徴とする光磁気記録媒体である。

【0 0 2 7】

また、本発明の光磁気記録媒体の製造方法は、光ディスク基板上に少なくとも膜面垂直方向に記録層を備えた構成の光磁気記録媒体の製造方法であって、

少なくともコラム構造を成長させる核となる膜構造を有する第1の下地層を形成した上に、前記記録層を形成することを特徴とする、あるいはさらに、前記記録層のコラム構造のグレイン幅を制御する第2の下地層の上に、前記記録層を形成することを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法である。

【0 0 2 8】

また、上記の場合好ましくは、光ディスク基板上に、さらに、再生層、中間層が積層する記録膜を形成することを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法である。

【0 0 2 9】

また、真空室内に光磁気記録媒体材料からなるターゲットと前記ターゲットに対向した位置に前記光ディスク基板を配置し、固定あるいは自転した前記光ディスク基板上に前記記録膜を形成する組成を有する合金化した材料からなる前記ターゲットを用いて、マグネトロンスパッタリングすることにより前記光磁気記録媒体の記録膜を作製する、あるいは、光ディスク基板上に少なくとも再生層、中間層、記録層が順次積層する記録膜を形成する光磁気記録媒体の製造方法であって、真空室内に光磁気記録媒体材料からなるターゲットと前記ターゲットに対向した位置に前記光ディスク基板を配置し、固定あるいは自転した前記光ディスク基板上に前記記録膜を形成する組成を有する複数のターゲットを用いて、マグネトロンスパッタリングにより単原子単位で積層することにより前記光磁気記録媒体の記録膜を作製することを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法である。

【0 0 3 0】

また、コラム構造の核となる前記第1の下地層は、コラムのグレイン幅を制御

する前記第 2 の下地層よりも、製膜時の圧力が小さいこと、あるいはさらに、記録層製造時の前記真空室内の圧力は、 $1.5 \text{ Pa}$  から  $6 \text{ Pa}$  の範囲にあることを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法により上記の目的が達成される。

#### 【0 0 3 1】

また、コラム構造の核となる前記第 1 の下地層は、前記記録層よりも、製膜時の堆積速度が小さいこと、さらに、コラム構造の核となる前記下地層、および、コラムのグレイン幅を制御する前記第 2 の下地層は、製膜時の膜堆積速度が、 $0.2 \text{ nm/sec}$  以上  $5 \text{ nm/sec}$  以下であることを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法である。

#### 【0 0 3 2】

また、記録層は、製膜時の膜堆積速度が、 $2 \text{ nm/sec}$  以上  $20 \text{ nm/sec}$  以下であることを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法である。

#### 【0 0 3 3】

また、本発明の再生方法としては、上記光磁気記録媒体における前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体の再生方法であって、

再生時に、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記再生層側から照射し、前記媒体からの反射光を用いてトラッキング制御をかけながら、前記媒体上にレーザ光スポットの移動方向に対して、勾配を有する温度分布を形成し、温度分布の前記再生層に形成されていた磁壁を温度が高い方向へ移動させようとする磁壁に生じる力が、前記記録層から前記中間層を介して生じる結合力よりも大きくなる温度領域よりも、高い温度領域を有する温度分布を前記再生層に形成することにより、前記光スポットの内部に、前記記録層からの情報の転写磁区を前記再生層に形成し、前記再生層での磁壁移動によって拡大形成されて、前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する再生ステップと、を包含する、光磁気記録媒体の再生方法である。

#### 【0 0 3 4】

さらに、前記再生ステップでは、前記再生層の深さ方向で段階的に転写した前記記録磁区の大きさが磁壁移動することにより拡大して前記情報を検出する上記

光磁気記録媒体の再生方法である。

【 0 0 3 5 】

また、再生装置としては、前記記録層に形成された記録磁区が、前記中間層を介して、磁氣的結合力、交換結合力、静磁結合力のいずれかの結合力により前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生される光磁気記録媒体の再生装置であって、再生時に、前記光磁気記録媒体からの反射光を用いたトラッキング制御手段と、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記レーザ光スポットの移動方向に対して、勾配を有する温度分布を形成する加熱手段とを備え、前記光スポットの内部に、前記記録層からの情報を前記再生層に転写形成し、前記再生層での磁壁移動によって拡大形成された転写磁区から、前記記録情報を前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出すること、あるいはGMRヘッドなどの磁気ヘッドを用いて信号を検出することを特徴とする光磁気記録媒体の再生装置により上記の目的が達成される。

【 0 0 3 6 】

本発明により、記録膜の温度勾配を利用した磁壁移動型拡大再生方式により、記録密度ならびに転送速度を大幅に向上させる光磁気記録媒体において、記録情報の書き換えを行う記録層がシード層の機能を有する下地層の上に、膜面垂直方向の柱状のコラム構造を備えることにより、高密度記録した場合にも記録磁区の安定化と、DWDD方式による転写磁区の安定した移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。

【 0 0 3 7 】

また、記録層のシード層、グレイン成長層を用いて、柱状構造の構造単位幅が2 nmから25 nmに制御することにより、記録情報の繰り返し記録再生特性に優れた光磁気記録媒体を実現できる。

【 0 0 3 8 】

しかも本発明によれば、合金ターゲットを用いた静止対向型、あるいは自公転対向型の製膜方式であっても、柱状構造を有する記録層を形成した構成により、記録マーク長が小さい場合にも優れたDWDD方式による光磁気記録媒体を実現



できる。

#### 【 0 0 3 9 】

このように、本発明によれば、光学的な回折限界による制約を受けることなく光磁気記録媒体に高密度に記録されている情報信号の再生時の分解能を高めることが可能となる。

#### 【 0 0 4 0 】

また、データ転送レートの向上が可能であり、記録磁区と再生層への転写特性を安定化させることにより、DWDD方式による転写磁区の再生信号特性の安定性にも優れて、更に、信号振幅の増大も可能であり、高密度で且つ信号特性の優れた光磁気記録媒体が提供される。さらに、重畳信号も低減しての再生が可能なので各種マージンが広がり、光磁気記録媒体の製造コスト、および、記録再生装置のコストを下げることができるという、優れた効果を奏するものである。

#### 【 0 0 4 1 】

このように、本発明の構成では、記録トラックの記録層は、コラム構造の核を形成する下地層を介して膜面垂直方向のコラム形状の柱状構造を形成した構成を有するものであり、この時、コラム状の構造単位の幅が2 nmから40 nm、しかも記録層の膜厚を50 nm以上とした構成であり、マーク長が300 nm以下の微細磁を高密度に記録した場合であっても、DWDD方式を用いた再生方法により優れた信号特性が得られる。また、光ディスク基板のグループ記録をした場合であっても、記録磁区形状を安定化させることができるため、転写性に優れ、しかも繰り返し記録再生に対しても安定な光磁気記録媒体とその製造方法、再生方法を提供するものである。

#### 【 0 0 4 2 】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明をその実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

#### 【 0 0 4 3 】

##### （第1の実施の形態）

図1は本発明の第1の実施の形態における光磁気記録媒体（以下、光磁気ディスク）10の構造を示す断面図である。図1において、11はポリカーボネート

からなる透明な光ディスク基板、12は記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層である。積層した記録膜は、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層13、再生層13と記録層15の間の交換結合を制御するための中間遮断層14（以下、中間層）、情報を保持しておく記録層15により構成されている。さらに、16は記録膜の保護のための第2の誘電体層、17はオーバーコート層である。

#### 【0044】

図1で示した本発明の第1の実施の形態の光磁気記録媒体10は、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となるDWDD方式を光磁気記録媒体に適用できる構成である。

#### 【0045】

なお、上述した構成の積層記録膜は磁壁の移動を利用して、再生信号の振幅を大きくする方法であるDWDD方式(Domain Wall Displacement Detection)の一例であり、例えば（特許文献1）に記載される如く、大きな界面飽和保磁力を有する磁性層を記録層とし、小さな界面飽和保磁力を有する磁性膜を磁壁移動する再生層とし、比較的低いキュリー温度を有する磁性膜を切り換えのための中間層として用い、DWDD方式を可能にする磁性膜を用いていれば良い。したがって、本発明は、この膜構成に限るものではない。

#### 【0046】

上記したDWDD方式の再生原理について、図9を参照しながら説明する。図9（a）は、回転しているディスクの記録膜の断面を示す図であり、光ディスク基板と誘電体層（図示省略）の上に、再生層13、中間層14、記録層15の3層で構成された記録膜が形成されており、さらに誘電体層（図示省略）が形成され、さらに紫外線硬化樹脂である保護コートのためのオーバーコート層（図示省略）が形成されている。

#### 【0047】

再生層13としては、磁壁抗磁力の小さい磁性膜材料を用いており、中間層14はキュリー温度の小さい磁性膜、記録層15は小さなドメイン径でも記録磁区

を保持できる磁性膜を用いている。ここで、従来の光磁気記録媒体の再生層は、ガードバンド等を形成することにより、閉じていない磁壁を含む磁区構造を形成していた。

#### 【0048】

図に示すように、情報信号は、記録層 15 に熱磁気記録された記録磁区として形成されている。レーザ光スポットの照射されていない室温での記録膜は記録層 15、中間層 14、再生層 13 がそれぞれ強く交換結合しているため、記録層 15 の記録磁区は、そのまま再生層 13 に転写形成される。

#### 【0049】

図 9 (b) は、(a) の断面図に対応した位置  $\chi$  と記録膜の温度  $T$  との関係を表す。図示されているように、記録信号の再生時には、ディスクが回転し、トラックに沿ってレーザ光による再生ビームスポットが照射される。この時、記録膜は、図 9 (b) に示すような温度分布を示し、中間層がキュリー温度  $T_c$  以上となる温度領域  $T_s$  が存在し、再生層 13 と記録層 15 との交換結合が遮断される。

#### 【0050】

また、再生ビームが照射されると、図 9 (c) の磁壁エネルギー密度  $\sigma$  に対する依存性に示すように、図 9 (a)、(b) の位置に対応するディスク回転方向の  $\chi$  方向に磁壁エネルギー密度  $\sigma$  の勾配が存在するために、図 9 (d) に示すように、位置  $\chi$  での各層の磁壁に対して磁壁を駆動させる力  $F$  が作用する。

#### 【0051】

この記録膜に作用する力  $F$  は、図に示すように磁壁エネルギー密度  $\sigma$  の低い方に磁壁を移動させるように作用する。再生層 13 は、磁壁抗磁力が小さく磁壁の移動度が大きいので、閉じていない磁壁を有する場合の再生層 13 単独では、この力  $F$  によって容易に磁壁が移動する。従って、再生層 13 の磁壁は、矢印で示したように、より温度が高く磁壁エネルギー密度の小さい領域へと瞬時に移動する。そして、再生ビームスポット内を磁壁が通過すると、スポット内での再生層 13 の磁化は光スポットの広い領域で同じ方向に揃う。

#### 【0052】

この結果、記録磁区の大きさに依らず、再生信号振幅は、常に一定の最大振幅

になる。

#### 【0053】

ところで、従来のDWDD方式では、閉じていない磁壁を含む磁区構造を形成し、トラック間の交換結合を遮断した再生層13の磁壁を移動させるために、微小な磁区であっても安定に記録する必要がある、記録磁区形状と再生層13への転写によって、再生信号が変動するという課題を有していた。しかし、本発明では、説明するように、そのような課題は解消されている。

#### 【0054】

次に、本発明の第1の実施の形態の光磁気ディスク10の構成と作製方法について詳細に説明する。

#### 【0055】

図1に示すように、光ディスク基板11に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜を製膜して形成されている。光ディスク基板11は、グルーブの両側にはランド部が形成されており、矩形型の溝のグルーブ部の深さ $h$ は、ランド部の上面から60nmを有する。また、本実施の形態1の光磁気ディスク10のトラックピッチは $0.7\mu\text{m}$ であり、グルーブ幅は $0.55\mu\text{m}$ である。

#### 【0056】

図示するように、グルーブが形成されたポリカーボネートからなる透明な光ディスク基板11上に、まず、マグネトロンスパッタリング装置に、 $\text{ZiS} \cdot \text{SiO}_2$ ターゲットを設置し、光ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 $5 \times 10^{-6} \text{Pa}$ 以下の高真空になるまでチャンバー内をクライオポンプで真空排気する。真空排気をしたままArガスを $0.5 \text{Pa}$ となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、誘電体層12として $\text{ZiS} \cdot \text{SiO}_2$ を高周波スパッタリングにより75nm製膜する。

#### 【0057】

引き続き誘電体層12上には、同様に真空排気をしたまま、Arガスを $0.5 \text{Pa}$ となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、 $\text{GdFeCoAl}$ のターゲットを用いて、DCマグネトロンスパッタリング法により再生層13を30nmを形成する。次に、Arガスを $1.8 \text{Pa}$ となるまでチャンバー内に

導入し、Tb、Dy、Ho、Fe、Co、Alそれぞれのターゲットを用いて、TbDyFeCoAlの中間層14を15nm形成し、さらに同じターゲット構成でArガスを2.0Paとなるまでチャンバー内に導入し、TbHoFeCoの記録層15を60nm、DCマグネトロンスパッタリング法により順次膜形成される。ここで、各層の膜組成は、それぞれのターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。

#### 【0058】

さらに、0.6Paとなるまでチャンバー内にArガスを導入し、基板を回転させながら、ZiS・SiO<sub>2</sub>からなる第2の誘電体層16を90nm、高周波スパッタリング法により膜形成されている。

#### 【0059】

そして、さらに誘電体層16の上には、エポキシアクリレート系樹脂からなるオーバーコート層17を滴下させた後、スピンコートにより6μmの膜厚に塗布され、紫外線ランプを照射して硬化させることにより形成する。

#### 【0060】

ここで、GdFeCoAlの再生層13は補償組成温度が180℃でキュリー温度が270℃であり、TbDyFeCoAlの中間層14はキュリー温度が155℃で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優勢である。また、TbHoFeCoの記録層15は補償組成温度が90℃であり、キュリー温度は295℃になるように各ターゲットの投入パワーを設定して組成を調整して製膜した。

#### 【0061】

ここで、製膜時の製膜速度、光ディスク基板の回転数を制御することにより、GdFeCoAlの再生層13は微細な0.8nm以下の構造単位の非晶質的な膜構造に形成することができ、記録層のコラム構造を形成する核としての下地層の役割を果たすことが可能となる。

#### 【0062】

次に、中間層14は、8nmのコラム構造を形成した膜構造を、再生層13の上に形成することにより、記録層15のコラム幅を制御できる第2の下地層とし

での働きをする。ここでの具体的な製膜条件としては、GdFeCoAlの再生層13は、100rpmで自公転しながら回転し、3nm/secの製膜レートで、TbDyFeCoAlの中間層14は40rpmで自公転の回転をしながら、5nm/secの製膜レートで形成する。

#### 【0063】

この構成により、TbHoFeCoの記録層15は、40rpmで自公転の回転をしながら、8nm/secの製膜レートで膜形成することにより、15nmの構造単位の幅を有するコラム状の構造の磁性薄膜を形成できることとなる。

#### 【0064】

実際に、図2の光磁気ディスクの断面をSEM観察した写真に示すように、(a)の上記構成で作製したTbHoFeCoの記録層15は、磁性薄膜が膜面垂直方向に柱状のコラム形状である構造を有することが観察できる。これに対して(b)の再生層、中間層がコラム構造を形成するための核となる働きをしていない膜構造の場合には、ミクロな膜の構造単位はほとんど観察できないくらい微細な構造の非晶質な薄膜として形成されていることがわかる。

#### 【0065】

また、図3に本発明の実施の形態1における光磁気記録媒体の記録層15の飽和磁界 $M_s$ と保磁力 $H_c$ の積 $M_s H_c$ の温度に対する依存性を示す。図に示すように、本実施の形態1の図2の(a)の光磁気ディスクでは、 $M_s H_c$ が従来例(b)と比較してほぼ2倍に増加しており、室温では、 $1.8 \times 10^6 \text{ erg/cm}^2$ 以上の値が得られる。そして、このように、記録層をコラム形状の構成にすることにより、記録膜の $M_s H_c$ を増大させることができ、記録磁区を安定化させることができるため、繰り返し書き換えた場合にも安定した信号の記録再生が可能となる。

#### 【0066】

ここで、上記構成の光磁気ディスク10の光ディスク基板11は、矩形のランドとグループを有する形状であるが、情報の記録されるグループ間に深いランド形成したランド部により磁性的遮断された構成、あるいは、記録トラック間をアニール処理する方法であっても、同様に再生層に転写された記録磁区が容易に磁

壁移動する構成であれば、前述したDWDD方式による再生が可能である。

#### 【0067】

また、本実施の形態1では、トラックピッチが $1.0\mu\text{m}$ 以下であって、情報の記録されるグループの間に $0.2\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ の範囲の幅を有する構成にランド部を形成し、記録情報の最短のマーク長が $200\text{nm}$ 以下の記録磁区を記録する構成であれば、より効果大きい。

#### 【0068】

なお、本実施の形態1の光磁気記録媒体の記録層は、上記した構成に限定されるものではなく、コラム構造を形成する核となる下地層の上に、 $1\text{nm}$ 以上 $40\text{nm}$ 以下、より好ましくは、 $2\text{nm}$ から $15\text{nm}$ の幅の構造単位のコラム形状を有する記録層を形成した構成であって、記録層の膜厚を $50\text{nm}$ 以上、より好ましくは、 $60\text{nm}$ から $200\text{nm}$ に形成した構成であれば、同等の再生特性が得られる。

#### 【0069】

また、本実施の形態1の光磁気記録媒体では、コラム構造を形成する核となる下地のシード層を再生層に、コラム幅を制御するグレイン成長層を中間層に用いて、記録層のコラム構造を成長させる構成の記録層について述べてきたが、このように、下地のシード層、グレイン成長層を、磁氣的超解像に用いる光磁気記録媒体の記録膜における、再生層、中間層、制御層と同じ組成の磁性膜により併用して両立させることが可能であり、その方法により、記録膜の層数を増やすことなく、高密度での同等以上の記録再生特性が得られる。また、微細な構造単位を有しない下地のシード層を再生層として利用することにより、DWDD特性にも優れた光磁気記録媒体が可能となる。

#### 【0070】

さらに次に、図4に、DWDD方式の記録膜を用いて、マーク長に対するキャリアレベルの依存性を示す。

#### 【0071】

ここで、図4は、本実施の形態1の上記下地層を用いて膜面垂直方向にコラム構造を形成した記録層15の場合の光磁気記録媒体において、マーク長に対する

キャリアレベルの依存性を示す特性図である。本実施の形態1では、記録層15の膜構造が、コラム状の形状を有し、微小磁区の安定性に優れているため、100 nmのマーク長の記録磁区であっても、再生層13に安定して転写し、磁壁移動が可能であるため、信号振幅が拡大している。実際、図に示すように、ここではトラックピッチは0.7  $\mu\text{m}$ 、グループ幅0.55  $\mu\text{m}$ の光ディスク基板を用いているが、ランド部によりグループ間での記録膜の磁化を分離することにより、マーク長100 nmまで、キャリアレベルがほとんど変化しない光磁気ディスクを実現できることがわかる。

#### 【0072】

本実施の形態1では、ランド部によりグループ間での記録膜の磁化が分離することにより、再生層13は閉じていない磁壁を含むグループに情報を記録する構成となっているが、逆にランド部に記録する構成、あるいは、ランド／グループの両方に記録する構成であっても同等の特性が得られる。

#### 【0073】

以上のように、本実施の形態1の構成により、DWDD方式により、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

#### 【0074】

さらに、本実施の形態1のグループに記録する場合には、グループの幅と深さによりDWDD方式での記録再生特性に影響するが、ランド部の高さとの関係は、トラックピッチが0.4  $\mu\text{m}$ 以上1.0  $\mu\text{m}$ 以下、溝幅が0.2  $\mu\text{m}$ 以上0.8  $\mu\text{m}$ 以下、溝深さが20 nm以上200 nm以下の範囲にあり、それぞれのグループ形状に合わせて、シード層とグレイン成長層を調整して記録層を形成した構成の光磁気記録媒体であれば、同等の効果が得られる。

#### 【0075】

また、情報を記録するグループ間のランド部の高さが $\lambda/20\text{ nm} \sim \lambda/3\text{ nm}$ と小さい場合には、光ディスク基板の成形が容易であり、溝からのノイズも低減可能となる。

#### 【0076】

以上のように、本実施の形態1においては、記録情報の書き換え可能なコラム



状の構成を有する記録膜を用いた構成により、200 nm以下の微小磁区を安定して形成することにより磁壁の移動度を確保でき、DWDD方式による転写磁区の移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。さらに、記録再生トラックでの情報の記録再生が安定に行われるため、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも防止できるものである。

#### 【0077】

(第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明する。

#### 【0078】

図5は本発明の第2の実施の形態における光磁気ディスク20の構造を示す断面図である。図中、21はオレフィンからなる光ディスク基板であり、幅方向に並設されたトラックは溝形状に形成されており、その境界には逆V字型のランド部により情報を記録するトラック間ごとに分離されている。

#### 【0079】

また、本発明のフォーマット方式の構成の一例について説明すると、本実施の形態2では、記録情報の書き換え可能なグループ領域と、サーボ用のウォブルピット、アドレスピットの形成されたピット領域とがトラック上に交互に並設されている。このフォーマット構成により、サンプルサーボ方式等でトラッキングサーボをかけながら、アドレスを検出し、書き換え可能な領域に情報を記録再生可能な構成である。

#### 【0080】

またこの時、レーザ光波長を $\lambda$ とすると、 $\lambda/20$  nmから $\lambda/3$  nmの範囲、あるいは20 nmから180 nmの範囲にあるプリピット及びグループ部の深さを有する構成により、アドレスピット等のプリピットが検出可能であり、しかも、グループ記録によりトラック間での磁気的な遮断によるDWDD方式による記録再生を実現できる。

#### 【0081】

本実施の形態2の光磁気記録媒体20は、ポリオレフィンからなる透明な光ディスク基板21、記録膜の保護と媒体の光学的特性を調整するための誘電体層2

2、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層 2 3、ゴーストを低減するための制御層 2 4、再生層と記録保持層の間の交換結合を制御するための中間遮断層 2 5、情報を保持しておく記録層 2 6、記録膜の保護のための第 2 の誘電体層 2 7、さらにその上にオーバーコート層 2 8 とを備えている。積層した記録膜は、再生層 2 3、制御層 2 4、中間遮断層 2 5、記録層 2 6 の 4 層で構成されている。

#### 【0082】

そして、第 2 の実施の形態の光磁気記録媒体では、この構成により、第 1 の実施の形態同様、再生用光ビームに差し掛かった磁壁を次々と移動させ、この磁壁の移動を検出することによって、再生光の波長と対物レンズの開口数で決まる検出限界を越えて超解像再生が可能となる光磁気記録媒体に適用できる。

#### 【0083】

ここで、本実施の形態 2 の光磁気ディスク 2 0 の光ディスク基板 2 1 上は、情報を記録するグルーブの境界にはランドが形成されており、グルーブの深さ  $h$  は、ランドの上面から  $45\text{ nm}$  を有し、ランドによりグルーブは互いに隣接トラックから磁氣的に独立している。

#### 【0084】

また、本実施の形態 2 の光磁気ディスク 2 0 のトラックピッチは  $0.55\text{ }\mu\text{m}$  であり、グルーブ幅は  $0.4\text{ }\mu\text{m}$  である。

#### 【0085】

図 5 に示すような構成の光磁気ディスク 2 1 は、光磁気記録媒体の薄膜は製膜装置により膜形成される。光磁気記録媒体の製膜装置は、真空室内の記録膜用の合金ターゲットに対向した位置に配置した基板ホルダーに保持した光ディスク基板 2 1 上に、基板ホルダーを回転させながら薄膜を形成することにより作製する。製膜が完了すると、基板ホルダーと共に、真空搬送機構により、別の真空室に移動して、さらに、材料あるいは組成の異なる記録膜が形成される。また、カソードはターゲットの裏面にはマグネットが配置されて構成されており、カソードは直流電源により電力を供給され、マグネトロンスパッタリング法により、記録膜、及び、誘電体膜が形成される。

## 【0086】

そこで、記録膜の製造方法では、まず、グルーブが形成されたポリオレフィンからなる透明な光ディスク基板 21 上に、直流マグネトロンスパッタリング装置に、Bドーピングした Si ターゲットを設置し、光ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 $6 \times 10^{-6}$  Pa 以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。真空排気をしたまま Ar ガスと N<sub>2</sub> ガスを 0.3 Pa となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、誘電体層 22 として SiN が 40 nm、反応性スパッタリング法により膜形成される。

## 【0087】

引き続き誘電体層 22 上に、GdFeCoCr からなる再生層 23 は、同様に真空排気をしたまま、Ar ガスを 0.6 Pa となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、Gd<sub>26</sub>Fe<sub>60</sub>Co<sub>11</sub>Cr<sub>3</sub>、Gd<sub>24</sub>Fe<sub>59</sub>Co<sub>9</sub>Cr<sub>8</sub>、Gd<sub>23</sub>Fe<sub>57</sub>Co<sub>7</sub>Cr<sub>13</sub>（組成は mol %）の組成からなる合金ターゲットも用いて、順次 10 nm ずつ膜形成する。

## 【0088】

次に、TbFeCoCr の制御層 24 が 10 nm、TbDyFeCr の中間遮断層 25 が 15 nm、TbFeCoCr の記録層 26 が 100 nm、が順次 DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。さらに、0.3 Pa となるまでチャンバー内に Ar ガスと N<sub>2</sub> ガスを導入し、基板を回転させながら、SiN からなる第 2 の誘電体層 27 を 70 nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

## 【0089】

そして、さらに第 2 の誘電体層 27 の上には、エポキシアクリレート系樹脂からなるオーバーコート層 28 がスピンコートにより塗布され、紫外線を照射して硬化させることにより形成する。

## 【0090】

ここで、本実施の形態 2 の再生層 23 は、組成の異なる磁性膜 3 層で構成されている。GdFeCoCr の再生層 23 は補償組成温度が 170 °C でキュリー温度が 250 °C の層、補償組成温度が 140 °C でキュリー温度が 210 °C の層

、補償組成温度が110℃でキュリー温度が170℃の層の3つの組成を含む再生層により構成されている。また、TbFeCoCrの制御層24はキュリー温度が160℃で、キュリー温度以下では常に希土類金属組成が優勢である。TbFeCrの中間遮断層25はキュリー温度が145℃で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢である。

#### 【0091】

また、ここで具体的には、GdFeCoCrからなる3層構造の再生層23は、基板回転数300rpm、製膜Ar圧力0.5Pa、10nm/secの製膜速度で堆積積層させることにより、1.0nm以下の微細なグレイン構造単位 of 非晶質な膜構造に形成できる。また、膜厚10nmのTbFeCoCrの制御層24、膜厚15nmのTbDyFeCrの中間遮断層は、いずれも基板回転数100rpm、製膜時のArガス圧力3.0Pa、製膜速度5nm/secにすることにより、2.0nm以下の構造単位 of 非晶質な磁性薄膜に形成できる。

#### 【0092】

また、TbFeCoCrの記録層26は補償組成温度が100℃であり、キュリー温度は260℃になるように組成を調整している。ここで、記録層26の膜構造は、記録層の一部に製膜時のArガス圧力、製膜速度、基板ホルダーに保持した光ディスク基板の回転数を制御することにより磁性薄膜の構造を変化させる核となる下地層29aとして膜形成することができる。具体的には、記録層の最初の15nmを、基板回転数80rpm、製膜時のArガス圧力0.4Pa、製膜速度1nm/secにすることにより、記録層の核となる下地層を形成できる。

#### 【0093】

次に、記録層の15nmを、Arガス圧力2.5Pa、3nm/secの製膜速度で堆積させることにより、記録層のグレイン幅を制御できる第2の下地層29bを形成できる。そして、記録膜の残りの部分、つまり記録層70nmは、製膜時のKrガス圧力4.5Pa、10nm/secの製膜速度で製膜することにより、20nmの構造単位 of 幅を有する柱状のコラム構造の磁性薄膜である記録膜26を形成できる。

## 【 0 0 9 4 】

ここで、記録層の断面を高分解能でSEM観察すると、第1の実施の形態と同様に、磁性薄膜が膜面垂直方向に柱状のコラム形状である構造を有することが観察できる。またこの時、第2の下地層の製膜時ガス圧力と、製膜速度を制御することにより、記録層のコラム構造の幅を制御して形成することが可能である。

## 【 0 0 9 5 】

さらに、隣接するグループ間の傾斜部分では、記録層の柱状構造が膜面垂直方向からは傾いた方向に傾斜することにより、情報トラックのグループ間は、磁氣的に遮断されている。この結果、本実施の形態2のように、グループ部をDWD方式による記録再生時の書き換え領域に用いることにより、隣接するグループ間では少なくとも記録膜の一部は磁氣的に遮断されており、記録層26から再生層23に転写した磁区は安定して磁壁移動を行うことにより、マーク長の小さい場合にも、信号振幅の拡大した信号の再生が可能となる。

## 【 0 0 9 6 】

なお、本実施の形態2の光磁気記録媒体は、第1の実施の形態と同様に、コラム構造を有するが、記録層の一部を、下地層を用いて、記録層は2nmから40nmの幅の構造単位を有する記録層を形成した構成であって、記録層の膜厚を50nm以上、より好ましくは、60nmから200nmに形成した構成であればよい。また、コラム構造を形成するための、核形成のための下地層としては、膜厚が5nmから50nm以下であること、より好ましくは、5nmから20nmに、コラム構造の幅を制御する第2の下地層としては、膜厚が5nmから50nm以下であること、より好ましくは、5nmから20nm、に形成した構成であれば、同様に高密度での記録再生特性が得られる光磁気ディスクを実現できる。

## 【 0 0 9 7 】

また、記録層を柱状のコラム構造に構成することにより、繰り返し書き換えた場合にも安定した信号の記録再生が可能となる。

## 【 0 0 9 8 】

また、上記構成の光磁気記録媒体20は、ランドとグループを有する形状であり、情報の記録されるグループ間の傾斜部により磁性的遮断された構成であるが

、深いランドの形成、あるいは、記録トラック間をアニール処理する方法であっても、同様に再生層に転写された記録磁区の磁壁移動が容易であり、前述したDWDD方式による再生が可能である。

#### 【0099】

また、本実施の形態2では、トラックピッチが $1.0\mu\text{m}$ 以下で、溝幅が $0.2\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ の範囲を有する構成にランド部を形成し、最短のマーク長を $300\text{nm}$ 以下の情報信号を記録する構成であれば、より効果が大きいの。ここで、本実施の形態2の光磁気記録媒体を記録再生信号の場合、マーク長が小さい場合にも安定して記録磁区が形成されており、 $100\text{nm}$ のマーク長の記録磁区であっても、再生層23に転写して磁壁移動して再生できるため、信号振幅が拡大再生により13%以下のジッタが得られる。さらに、マーク長 $100\text{nm}$ であっても再生信号の振幅量はほぼ飽和しており、記録層からの安定した転写と、再生層の磁壁移動による「DWDD動作により、再生信号特性に優れた光磁気記録媒体を実現できることがわかる。

#### 【0100】

さらに、線速は $2.4\text{m/s}$ 、光パルス磁界変調記録で信号を記録再生した場合に、再生パワー、記録パワー共に、 $\pm 20\%$ 以上の範囲で再生ジッタがほとんど変化ない、優れた記録再生時のマージン特性が得られていることがわかる。

#### 【0101】

さらに、記録層、下地層ともに、製膜時のAr圧力に依存しており、コラム構造の核となる下地層は、コラムのグレイン幅を制御する第2の下地層よりも、製膜時の圧力が小さい製造方法、より具体的には、コラム構造の核となる下地層は $0.2\text{Pa}$ から $3\text{Pa}$ 、第2の下地層、記録層製造時の真空室内のガス圧力は、 $1.5\text{Pa}$ から $6\text{Pa}$ の範囲にある光磁気記録媒体の製造方法であれば、 $5\text{nm}$ 以上の構造単位の幅を有するコラム構造が形成することが可能である。また、ここで、製膜時のAr流量と真空排気速度を考慮すれば、さらに好ましくは、下地層は $0.3\text{Pa}$ から $1.5\text{Pa}$ 、第2の下地層、記録層は $2.5\text{Pa}$ 以上、 $4.5\text{Pa}$ 以下とすれば同等の効果がある。また、この時、真空ポンプの能力の範囲でできるだけAr流量も大きい方が良く、少なくとも $20\text{sccm}$ 以上は導入す

る方が好ましい。

#### 【0102】

また、この時、コラム構造の核となる下地層の磁性薄膜の密度は小さく製膜した場合には効果が大きく、さらに、この時は下地層の構造単位の中にAr原子が多く取り込まれており、コラム構造の核としての役割はより効果的にできる。

#### 【0103】

また、第2の下地層により、記録層のコラム形状の幅を制御できるがコラム幅を2nmあるいはそれより大きくした場合でも、100nmのマーク長の記録まで確認できた。

#### 【0104】

記録層の限界の最短マーク長は、垂直磁気異方性に依存するが、本実施の形態2のように、コラム状の構造を形成し、磁化と保磁力の積( $M_s \cdot H_c$  積)を $1.5 \times 10^6$ 以上、垂直磁気異方性定数Kuを $5 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$ 以上、より好ましくは、Kuを $1 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ 以上にすることにより、100nm以下のマーク長まで記録再生が可能となる。

#### 【0105】

また、上記のコラム形状では、ポーラスな膜構造を有しており、安定してコラム状の構造単位を有した構成であれば、下地層中に、Ar原子を、0.5mol%以上含有した構成となっており、磁性薄膜中のAr原子の含有量が、0.5mol%以上4.0mol%以下の構成であれば同等の効果が得られる。このとき、Arの含有量は、EPMA（電子プローブX線マイクロアナライズ）、あるいはRBS（ラザフォード・バックスキャタリング法）等により検出できる。

#### 【0106】

さらに、上記のコラム形状のポーラスな膜構造を形成する記録膜では、下地層の緻密さ、およびその分布も記録層に比較して大きくなっており、特に5nm以上40nm以下の構造単位を有するコラム構造を形成するためには、下地層は、室温では $2.0 \text{ g/cm}^3$ から $5.0 \text{ g/cm}^3$ の密度を有する薄膜として形成されている。

#### 【0107】

したがって、DWDD方式による光磁気記録媒体の信号特性を向上させるためには、下地層、および第2の下地層の膜厚が、5 nmから50 nm以下、より好ましくは、5 nmから20 nm、であって、記録層のコラム形状の幅を2 nm以上40 nm以下、さらに好ましくは、5 nm以上20 nm以下であれば、100 nm以下の短いマークを記録した場合にも十分に安定な膜面垂直磁気異方性が得られ、同等の高密度記録再生が可能となることがわかる。

#### 【0108】

また、信号再生時のジッタから、記録層の膜厚は100 nmから180 nm範囲で最小となることがわかる。膜厚の最適値は、記録層の膜組成、磁気特性によって異なるが、コラム形状の構造を有する記録層では、比較的膜厚を大きくすることにより、コラム状の構造が形成され易く、40 nm以上300 nm以下の記録層の膜厚、さらに好ましくは、80 nm以上200 nm以下の膜厚にすることにより、柱状のコラム構造を有し、短いマークまで安定して記録磁区を形成し、再生層に転写できる。この結果、100 nm以下のマーク長まで、安定して記録磁区を形成できることがわかる。

#### 【0109】

以上のように、本実施の形態2においては、DWDDを用いた再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分を磁氣的に遮断し、下地層を用いて記録層がコラム状の構造を備えた構成、より具体的には、記録層のコラム形状の幅を2 nm以上40 nm以下、さらに好ましくは、5 nm以上20 nm以下の構成を備えることにより、磁壁の移動度を確保でき、記録トラック間をアニールすることなく、マーク長が200 nm以下の場合にもDWDD方式により転写磁区の移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。

#### 【0110】

以上のように、本実施の形態2の構成により、DWDD方式により、高密度に記録再生した場合にも、安定した記録再生信号特性が得られる。

#### 【0111】

(第3の実施の形態)



次に、本発明の第3の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明する。

#### 【0112】

図6は本発明の第3の実施の形態における光磁気ディスク30の構造を示す断面図である。図中、31はガラス基板からなる光ディスク基板であり、基板上にフォトリソ法を用いて、スパイラル上の案内溝が形成されており、記録トラック間の境界には、逆V字型のランドが形成され、記録トラック間ごとに分離されている。

#### 【0113】

ここで、本実施の形態3の光磁気記録媒体30は、本発明の第1の実施の形態とは逆方向に記録膜が積層されており、GMRヘッド等の磁気ヘッドにより情報信号の記録再生を行うことが出来る。本光磁気記録媒体30は、案内溝が形成されたガラスからなる透明な光ディスク基板31、記録膜の保護するための誘電体層32、コラム状の膜構造を形成する核となるシード層33、コラム状の膜構造のグレイン幅を成長させる層34、情報を保持しておく記録層35、再生層と記録層の間の交換結合を制御するための中間遮断層36、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層37、記録膜の保護のための誘電体層38、さらに潤滑層39を順次形成している。積層した記録膜は、シード層33、グレイン成長層34、記録層35、中間遮断層36、再生層37の膜構成に形成されている。

#### 【0114】

図に示した本発明の第3の実施の形態の光磁気記録媒体は、第1の実施の形態の光磁気記録媒体と同様に、光ビームを照射して記録膜が昇温すると、磁壁を次々と移動させこの磁壁移動した磁区からの再生信号を検出し、信号の検出には、GMRヘッド、TMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて行う。そして、導波路を用いて光磁気記録媒体30を昇温させることにより、磁氣的超解像により信号の再生が可能となる光磁気記録媒体として適用できる。

#### 【0115】

本実施の形態3の光磁気ディスク30は、このような光ディスク基板31上に磁性層を含む多層積層膜を製膜して形成されている。グループ間にはランドが形成されており、グループの深さhは、ランドの上面から65nmであり、逆V字

型のランド形状を有する。このランドによりグループは互いに磁氣的に独立している。また、本実施の形態の光磁気ディスク 30 のトラックピッチは  $0.5 \mu\text{m}$  であり、グループ幅は  $0.4 \mu\text{m}$  である。

#### 【0116】

図 6 に示すような構成の光磁気記録媒体 30 は、第 2 の実施の形態同様に、ターゲットに対向した位置に静止して配置した光ディスク基板 31 上に薄膜を形成することにより作製する。まず、光ディスク基板 31 上には、SiN の誘電体層 32 が  $70 \text{ nm}$  反応性スパッタリング法により膜形成される。さらにその上に、磁性膜は合金ターゲットを用いた DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。まず、TbFeCoCr のシード層 33 が  $10 \text{ nm}$ 、その上に、TbHoFeCo のグレイン成長層 34 が  $10 \text{ nm}$  が形成され、さらに、TbFeCo の記録層 35 が  $100 \text{ nm}$ 、が順次合金ターゲットを用いて DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。次に、さらに TbFeCoAl の中間遮断層 36 が  $15 \text{ nm}$ 、GdFeCoCr からなる再生層 37 は、Gd<sub>23</sub>Fe<sub>54</sub>Co<sub>7</sub>Cr<sub>16</sub>、Gd<sub>24</sub>Fe<sub>55</sub>Co<sub>9</sub>Cr<sub>12</sub>、Gd<sub>25</sub>Fe<sub>58</sub>Co<sub>10</sub>Cr<sub>7</sub>、Gd<sub>26</sub>Fe<sub>58</sub>Co<sub>12</sub>Cr<sub>4</sub>、（組成は mol %）の組成からなる 4 種類の合金ターゲットも用いて、順次  $10 \text{ nm}$  ずつ順次合金ターゲットを用いて DC マグネトロンスパッタリング法により膜形成される。

#### 【0117】

さらに、SiN からなる第 2 の誘電体層 38 が  $20 \text{ nm}$ 、反応性スパッタリング法により膜形成されている。そして、さらに誘電体層 38 の上には、カーボン系材料が主成分の潤滑層 39 が高速でスピコートにより塗布することにより形成する。

#### 【0118】

ここで、まず、TbFeCoCr のシード層 33 は、製膜時の Ar 圧力は、 $0.5 \text{ Pa}$ 、製膜速度は  $1 \text{ nm/sec}$  であり、その上に、TbHoFeCo のグレイン成長層 34 は、製膜時の Ar 圧力は、 $2.0 \text{ Pa}$ 、製膜速度は  $1.5 \text{ nm/sec}$  の条件で膜形成される。TbFeCo の記録層 36 は、補償組成温度が  $30^\circ\text{C}$  であり、キュリー温度は  $310^\circ\text{C}$  になるように組成を調整した磁性膜で

ある。この時、製膜時の  $A r$  圧力は、 $3.5 Pa$ 、製膜速度は  $6 nm/sec$  であり、シード層 33 とグレイン成長層 34 の下地層を用いることにより、コラム形状の幅は  $13 nm$  の構造を有する磁性膜を形成できる。

#### 【0119】

さらに、その上に、 $TbFeCoAl$  の中間遮断層 36 も、キュリー温度が  $145^{\circ}C$  で、キュリー温度以下では常に遷移金属組成が優勢である。また、製膜時の  $A r$  ガス圧力は  $2 Pa$ 、製膜速度  $5 nm/sec$  で製膜することにより膜形成する。

#### 【0120】

また、 $GdFeCoCr$  の再生層 37 は、補償組成温度が  $60^{\circ}C$  でキュリー温度が  $135^{\circ}C$ 、補償組成温度が  $115^{\circ}C$  でキュリー温度が  $175^{\circ}C$  の層、補償組成温度が  $160^{\circ}C$  でキュリー温度が  $220^{\circ}C$  の層、補償組成温度が  $185^{\circ}C$  でキュリー温度が  $270^{\circ}C$  の層、の 4 つの組成の再生層により、順次積層されて構成されている。この時、製膜時の  $A r$  圧力は、 $0.6 Pa$ 、製膜速度は  $10 nm/sec$  である。

#### 【0121】

ここで、光ディスク基板 31 は、グルーブの境界にはランドが逆 V 字型形状に形成されており、グルーブの深さ  $h$  は、ランドの上面から  $65 nm$  を有する。このランドによりグルーブ間は互いに磁氣的に独立している。また、本実施の形態 3 の光磁気ディスク 31 のトラックピッチは  $0.5 \mu m$  であり、グルーブ幅は  $0.4 \mu m$  である。

#### 【0122】

上記構成の光ディスク基板は基板材料にガラスを用いた構成では、原盤となるスタンプを用いてフォトリソにより溝形状を転写形成することにより、トラックピッチ、およびランド幅の小さい場合にも、溝形成が可能である。さらに、光磁気記録媒体のランド部の傾斜角を大きくする、あるいは傾斜部の面粗さを変化させることにより、記録再生領域であるグルーブに隣接するトラック間の境界での結合を確実に切断させることができる。

#### 【0123】

また、本実施の形態 3 の光磁気記録媒体 30 は、静止対向型のスパッタリング方式を用いて製膜することにより、光ディスク基板等を回転させながら製膜した場合に比べて、スパッタリング粒子の方向が変化せずに製膜できるため、ターゲット組成の分布に応じて記録膜組成の均一性が得られ、垂直方向に磁性膜を堆積成長させるため、柱状の膜構造を形成する場合、よりその効果が大きい。

#### 【0124】

また、ここで、グレイン成長層の希土類金属中に H o を含有することにより、コラム形状の幅を大きくする効果が大きい。

#### 【0125】

次に、図 8 に、シード層 33 の製膜時の磁性薄膜のスパッタリング電流密度に対する、100 nm の記録マークの場合のドロップアウトの依存性の特性図を示す。図に示すように、シード層のスパッタリング時の電流密度が  $100/\text{m}^2$  以上となると、徐々にドロップアウトが増加する。シード層の磁性薄膜の構造は微細な非晶質的であり、柱状のコラム構造とはならないが、この上に形成する記録層、あるいは、グレイン成長層を介して膜形成する記録層は、垂直方向に成長したコラム形状の膜構造が可能であり、実際、ドロップアウトも低減できる。そして、 $20\text{ A}/\text{m}^2$  から  $80\text{ A}/\text{m}^2$  の電流密度での製膜速度であれば、ドロップアウトは最小にできる。

#### 【0126】

実際に、図 7 の SEM 写真の断面図に示すように、(a) の上記構成のシード層 33、グレイン成長層 34 の上に作製した T b F e C o の記録層 35 は、磁性薄膜が膜面垂直方向に柱状のコラム形状である構造を有することが観察できる。これに対して (b) のコラム構造を形成するための核となるシード層がなく、グレイン成長層 34 のみの上に記録層を形成した場合には、膜面垂直方向に膜成長した構造が形成されないため、グレインが大きいものの、図 3 の特性図の (c) に示すように、 $M_s H_c$  は小さくなる。このため、微小な磁区が安定して形成できないため、図 8 のドロップアウトの原因となる。

#### 【0127】

したがって、柱状のコラム形状を形成できるシード層としての働きのためには

、 $0.2\text{ nm/sec}$ 以上 $5\text{ nm/sec}$ 以下の製膜速度、さらにより好ましくは、図8の電流密度に対応する値である、 $0.4\text{ nm/sec}$ 以上 $3\text{ nm/sec}$ 以下の製膜速度により、コラム形状の構造を形成することが可能である。ここで、磁性膜製造の堆積製膜速度は、投入パワーの調整、膜厚・膜分布補正板等の配置により設定できる。

#### 【0128】

このように、記録層のコラム形状の幅を $5\text{ nm}$ 以上とすることにより、 $100\text{ nm}$ 以下のマーク長まで、GMR等の磁気ヘッド、あるいはさらに、導波路で熱的にアシストした記録再生方法で、安定して記録磁区を記録形成し、再生できるものである。

#### 【0129】

以上のように、本実施の形態3の光磁気記録媒体によれば、DWDDを用いた再生が可能な磁性膜を有し、静止対向したターゲット構成により製造時のタクトタイムも短縮でき、しかも下地層により制御されたコラム状の構造を形成した記録層により、高密度記録時の信号特性にも優れた光磁気記録媒体を実現できる。さらに、ランド部、あるいは、レーザアニール等により、磁氣的に遮断された領域を有する構成であるため、情報信号書き換えによるオーバーライト時に、オーバーライトパワーマージンも拡大させることができるものである。

#### 【0130】

以上のように、本実施の形態3の光磁気記録媒体は、下地層を用いた構成により、記録層に柱状のコラム形状の膜構造を有する構成、より具体的には、 $2\text{ nm}$ 以上 $40\text{ nm}$ 以下、より好ましくは、 $5\text{ nm}$ から $20\text{ nm}$ の幅の構造単位のコラム形状を有する記録層を形成した構成であって、記録層の膜厚を $50\text{ nm}$ 以上、より好ましくは、 $60\text{ nm}$ から $200\text{ nm}$ に形成した構成であれば、記録磁区の安定性に優れ、マーク長が短い場合にも優れた再生信号特性が得られる。

#### 【0131】

次に、本発明の実施の形態における光磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置について説明する。

#### 【0132】

本発明の実施の形態における光磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置としては、上記のように説明してきた本実施の形態の光磁気記録媒体を通常より高い再生パワーで記録再生可能な構成の光磁気記録再生装置を用いて、前記光磁気記録媒体の前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報の再生信号の検出を行う再生方法である。

#### 【0 1 3 3】

このような光磁気記録媒体の記録再生方法では、レーザ光により情報の記録、再生、消去を行う構成であって、再生時に、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記再生層側から照射し、前記光磁気記録媒体からの反射光を用いてトラッキング制御をかけながら、前記光磁気記録媒体上にレーザ光スポットの移動方向に対して勾配を有する温度分布を形成し、その時の温度分布の前記再生層に形成されていた磁壁を温度が高い方向へ移動させようとする磁壁に生じる力が、前記記録層から前記中間層を介して生じる結合力よりも大きくなる温度領域よりも、高い温度領域を有する温度分布を前記再生層に形成することにより、前記光スポットの内部に、記録層からの情報の転写磁区を再生層に形成し、再生層での磁壁移動によって拡大形成された情報を前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

#### 【0 1 3 4】

あるいは、レーザ光により光磁気記録媒体を昇温させながら、磁気ヘッドを用いて情報の記録、消去を行い、GMRヘッドを用いて情報を再生する構成である。情報の記録時には、レーザ光スポットを前記光磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら照射し、磁気ヘッドを前記光磁気記録媒体の記録層、あるいは再生層側から配置し、記録情報に応じて磁界方向を変調させて、トラッキング制御をかけながら、前記光磁気記録媒体の記録層に情報の記録、消去を行う。

#### 【0 1 3 5】

また、情報の再生時には、光磁気記録媒体にレーザ光スポットを照射して光磁気ディスクの移動方向に対して勾配を有する温度分布を形成し、再生層側に情報

再生用の GMR ヘッドを配置し、前記記録層から中間層を介して転写形成された記録情報の転写磁区が、再生層での温度勾配により、温度が高い方向へ移動させようとする磁壁移動によって拡大形成された転写磁区による情報を、前記 GMR ヘッドにより検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

#### 【 0 1 3 6 】

またこの時、前記再生層の深さ方向で膜組成の異なる場合には、段階的に転写した前記記録磁区の大きさが磁壁移動することにより磁区拡大して、前記情報を検出する光磁気記録媒体の再生方法である。さらに、前記光磁気記録媒体の前記中間層を介して生じる結合力が、磁氣的結合力、交換結合力、静磁結合力のいずれかである構成により、前記記録層と前記再生層との磁氣的結合力による信号の転写可能な温度範囲からのみ転写し、転写した磁区を拡大して信号を検出する光磁気記録媒体の再生方法である。

#### 【 0 1 3 7 】

そして、以上のように、本発明においては、上記の DWDD を用いた再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分の領域が磁氣的に遮断された構成を備えることにより、前記光磁気記録媒体の磁壁の移動度を確保でき、また、記録層のコラム状の構造単位が、再生層のそれより大きい構成により、記録層の記録磁区を安定化でき、再生層への転写磁区の信号再生時の磁壁移動度を確保でき、再生信号を安定して検出することが可能な光磁気記録媒体の記録再生方法を実現できる。

#### 【 0 1 3 8 】

なお、上述の各実施の形態における光磁気記録媒体では、ポリカーボート、ポリオレフィンあるいはガラス基板にフォトリソマーを用いた光ディスク基板を用いた構成について述べてきたが、ガラスに直接案内溝或いはプリピットを形成した構成、エポキシ系樹脂、或いは、その他のプラスチック材料を用いた光ディスク基板であっても良い。

#### 【 0 1 3 9 】

また、本実施形態の光ディスク基板では、光スポットのトラッキングガイドのためのスパイラル状あるいは環状の案内溝、あるいはプリピットを備えた構成の光

磁気記録媒体について述べてきたが、光ディスク基板上に、アドレス情報を有する蛇行したスパイラル状の案内溝、あるいはサンプルサーボ方式等の蛇行したトラッキングガイドのためのプリピットを設けた構成の光ディスク基板を用いてもよい。

#### 【0 1 4 0】

さらに、本実施の形態の光ディスク基板のトラックピッチは $0.5\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ 、グループ幅は $0.4\mu\text{m}$ から $0.6\mu\text{m}$ であるが、上記構成の情報記録トラックのグループ間が矩形型、あるいは逆V字型のランドあるいはグループにより、記録トラック間が遮断され、トラックピッチが $1.0\mu\text{m}$ 以下で、情報の記録されるランドあるいはグループの間に $0.2\mu\text{m}$ から $0.8\mu\text{m}$ の幅を有するグループあるいはランド部により構成されればよい。

#### 【0 1 4 1】

また、さらにトラックピッチを小さくすることにより、より高密度な光磁気記録媒体が可能となる。また、ランド面あるいはランド面および、グループとの間の傾斜面の面粗さをRaを大きくし、情報を記録するグループ内を平滑な表面に形成する構成により、隣接するグループ間、あるいは、ランド面と傾斜面との境界での記録トラック間での磁気的な遮断によりDWDD動作による磁壁移動特性に大きな効果が実現でき、さらに、情報記録トラック間をアニール処理することによっても、優れたDWDD方式による光磁気記録媒体を実現できる。

#### 【0 1 4 2】

また、上述の実施の形態における光磁気記録媒体では、第1及び第2の誘電体層としてSiN膜、及びZnSSiO<sub>2</sub>膜を用いた構成について述べてきたが、ZnS膜あるいはその他のカルコゲン化合物の膜、TaO<sub>2</sub>等の酸化物の膜、AlN等の窒化物の膜、或いは、それらの化合物の薄膜を用いても良い。また、誘電体層の膜厚は、20nmから300nmの範囲で、エンハンス効果により信号量を増大させる構成であれば良い。

#### 【0 1 4 3】

また、上述の実施の形態における光磁気記録媒体での各層を構成する磁性膜として、再生層としてはGdFeCoAl、GdFeCoCr、制御層、中間遮断



層としては、 $TbDyFeCoAl$ 、 $TbDyFeCr$ 、 $TbFeCoCr$ 、 $TbHoFeCoAl$ 、記録層として $TbFeCo$ 、 $TbHoFeCo$ 、 $TbFeCoCr$ 膜、シード層としては、 $GdFeCoAl$ 、 $TbFeCoCr$ 、グレイン成長層として、 $TbFeCoCr$ 、 $TbHoFeCo$ 、をそれぞれ使用して積層した構成の記録膜からなる光磁気記録媒体について述べてきたが、 $TbFe$ 、 $TbHoFe$ 、 $TbCo$ 、 $GdCo$ 、 $GdTbFe$ 、 $GdTbFeCo$ 、 $GdTbHoFeCo$ 、 $DyFeCoGdFeCoSi$ 、等の希土類-遷移金属系フェリ磁性の非晶質合金、あるいは、 $MnBi$ 、 $MnBiAl$ あるいは $PtMnSn$ 等の $Mn$ 系磁性膜の多結晶材料を用いた光磁気材料、あるいは、ガーネット、 $PtCo$ 、 $PdCo$ などの白金族-遷移金属合金、 $Pt/Co$ 、 $Pd/Co$ などの金、白金族-遷移金属周期構造合金膜などを用いても良く、あるいはそれらを含み、かつ、材料または組成の異なる複数の記録層より構成された記録膜でもよい。また、上述の磁性層には、 $Cr$ 、 $Al$ 、 $Ti$ 、 $Pt$ 、 $Nb$ などの耐食性改善のための元素添加を用いても良い。さらに、上述の誘電体層をシード層、グレイン成長層として用いてもよい。

#### 【0144】

また、希土類金属が $TbGdDy$ 、あるいは $Ho$ を有する構成について述べてきたが、それ以外の金属材料を添加し、コラム状に構造単位を大きくする構成であれば、同等の効果が得られる。

#### 【0145】

さらに、本実施の形態では、再生層、制御層、中間遮断層、記録層等を積層した記録膜の膜構成としては、30 nmから60 nmの膜厚の再生層、記録層、5 nmから15 nmの膜厚の制御層あるいは中間遮断層について述べてきたが、上記膜厚に限定されるものではなく、本発明の特性を満たすように、記録層と再生層との間で、十分な磁氣的結合力が得られ、膜厚が5 nmから200 nmの範囲であれば良く、また、より好ましくは、例えば、再生層を10 nmから100 nm、制御層を5 nmから50 nm、中間遮断層を5 nmから50 nm、及び記録層を30 nmから200 nmとすることにより、同等の効果が得られる。

#### 【0146】

さらに、記録補助層、転写制御層等、あるいはその他の記録再生特性を改善させるための磁性膜を用いた構成であっても良い。また、中間遮断層としては、膜厚方向での組成あるいは磁壁エネルギー密度を変化させた多層構成の磁性膜を設けても良い。

#### 【0147】

また、コラム構造形成層は、Ar ガスの取込み量が、0.5 mol % 以上、また、製膜時の膜堆積速度が、0.2 nm/sec 以上 5 nm/sec 以下であって、コラム構造の核となる構造であれば同等の効果が得られる。

#### 【0148】

さらに、コラム構造形成層、および、コラムのグレイン幅を制御するグレイン成長層は、膜厚が 5 nm 以上 50 nm 以下、さらに好ましくは、5 nm から 20 nm であれば、同等の効果が得られる。

#### 【0149】

また、本実施の形態では、コラム構造形成層である下地のシード層を、再生層、あるいは、記録層の一部として、また、コラムのグレイン幅を制御するグレイン成長層を、中間層、あるいは記録層の一部として用いた構成についても述べてきたが、磁氣的超解像のための制御層等その他の記録膜、あるいは記録補助層、転写制御層等のその他の機能を有する磁性薄膜と併用した構成で、あるいは、それらの記録膜の一部とした構成であっても、記録膜の層数を増やすことなく、同等以上の効果が得られる。

#### 【0150】

さらに、記録信号を、短波長、高 N.A. の光学ヘッド、あるいは、GMR 磁気ヘッド等の検出可能な方法を用いれば、上記コラム状の構造単位を有する記録層単層の構成、あるいは、磁氣的超解像、磁壁移動による磁区拡大を用いない多層膜構成であっても、同等の効果が得られる。

#### 【0151】

また、本発明の光磁気記録媒体における各層を構成する磁性層は、例えばそれぞれの金属材料を用いたターゲット、あるいは必要な材料を混合した合金ターゲットを用いてマグネトロンスパッタリング法によって、製膜時の Ar ガス圧を例

例えば 0.5 Pa 以上 2.0 Pa 以下に設定して膜形成すれば作製可能である。また、この製造プロセスにおける製膜時の Ar ガス圧やバイアス磁界、或いはスパッタガスの種類などの製膜条件、更には使用する装置に関わる要因により、形成される磁性膜の Gd 等の希土類金属組成を変化した場合にも、製造可能である。例えば、GdFeCo の Gd 組成比を 24% から 27% の範囲で変化させる場合に、製膜時の Ar ガス圧を 1.2 Pa から 0.4 Pa に変化させることにより、膜形成する方法等を用いることができる。

#### 【0152】

さらに、多元スパッタリング方式、あるいは、静止対向型のスパッタリング方式等の製膜装置条件を制御することにより、記録層のコラム状の構造単位を大きくし、保磁力  $H_c$ 、及び垂直磁気異方性  $K_u$  を大きくする構成であれば、記録層の信号を確実転写し、再生層でのスムーズに磁壁移動させて磁区拡大による再生を行うことができる。

#### 【0153】

さらに、記録層の上に誘電体層に直接オーバーコート層、あるいは潤滑層を形成した構成について述べてきたが、記録層に直接、あるいは、誘電体層を介して熱吸収層を配置した構成であってもよい。また、熱吸収層熱吸収層の材料としては、AlTi、Al、Cu、Ag、Au の少なくとも 1 つを含む合金材料であって、記録膜よりも熱伝導率の大きい材料であれば良い。

#### 【0154】

さらに、オーバーコート層（保護層）をエポキシアクリレート系樹脂、あるいはウレタン系樹脂から形成した構成について述べてきたが、その他の紫外線硬化型の樹脂、あるいは熱硬化型の樹脂等、或いはホットメルト接着剤などを用いて他の基材と張り合わせた構造を採用することも可能である。また、潤滑層として、アルミナ等あるいはダイヤモンドライクカーボン等の潤滑材料、および、溶剤と組み合わせたものであれば、同等の効果が得られる。

#### 【0155】

さらに、DWDD方式を用いた光磁気記録媒体とその再生方式について述べてきたが、それ以外の磁壁移動タイプの磁区拡大再生方式、シュリンク動作による

再生磁区の拡大再生方式あるいは再生磁界交番型の再生方式等であっても、高信号品質化、高記録密度化を得るために記録再生方式を用い、記録層にコラム状の構造を形成した構成であれば、マーク長が100nm以下であっても微小磁区の安定性に優れ、再生層に転写再生時にも高密度での安定した記録再生が可能であり、同等にあるいはそれ以上の効果が得られる。

#### 【0156】

##### 【発明の効果】

上述したところから明らかなように、本発明により、高密度記録した場合にも記録磁区の安定化と、DWDD方式による転写磁区の安定した移動による再生信号の拡大を可能にすることができる。

#### 【0157】

また、記録情報の繰り返し記録再生特性に優れた光磁気記録媒体を実現できる。

#### 【0158】

また、本発明によれば、下地層を利用して柱状構造を有する記録層を形成した構成により、記録マーク長が小さい場合にも優れたDWDD方式による光磁気記録媒体を実現できる。

#### 【0159】

このように、本発明によれば、光学的な回折限界による制約を受けることなく光磁気記録媒体に高密度に記録されている情報信号の再生時の分解能を高めることが可能となる。

#### 【0160】

また、データ転送レートの向上が可能であり、記録磁区と再生層への転写特性を安定化させることにより、DWDD方式による転写磁区の再生信号特性の安定性にも優れて、更に、信号振幅の増大も可能であり、高密度で且つ信号特性の優れた光磁気記録媒体が提供される。

#### 【0161】

さらに、重畳信号も低減しての再生が可能なので各種マージンが広がり、光磁気記録媒体の製造コスト、および、記録再生装置のコストを下げるができる

という、優れた効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態における光磁気記録媒体の構成を示す断面図である。  
。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態における光磁気記録媒体の断面を S E M 観察した写真（a）と、従来の光磁気記録媒体の断面を S E M 観察した写真（b）、である。  
。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態における光磁気記録媒体の、 $M_s H_c$  の温度に対する依存性を示す特性図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態における光磁気記録媒体の、マーク長に対するキャリアレベルの依存性を示す特性図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態における光磁気記録媒体の構成を示す断面図である。  
。

【図 6】

本発明の第 3 の実施の形態における光磁気記録媒体の構成を示す断面図である。  
。

【図 7】

本発明の第 3 の実施の形態における光磁気記録媒体の断面を S E M 観察した写真（a）と、核形成のためのシード層のない場合の光磁気記録媒体の断面を S E M 観察した写真（b）、である。

【図 8】

本発明の実施の形態における光磁気記録媒体の、核形成のためのシード層の製膜条件に対するドロップアウトの依存性を示す特性図である。

【図 9】

本発明の実施の形態における光磁気記録媒体の再生動作の説明のための光磁気記録媒体の断面図であり、（a）は、光磁気記録媒体の記録膜の構成（特に磁化の方向）を示す断面図であり、（b）は、再生動作中の光磁気記録媒体の位置に対する媒体内部での温度分布を示す特性図、（c）再生層の磁壁エネルギー密度を示す特性図、（d）再生層の磁壁を移動させようとする力を示す特性図である。

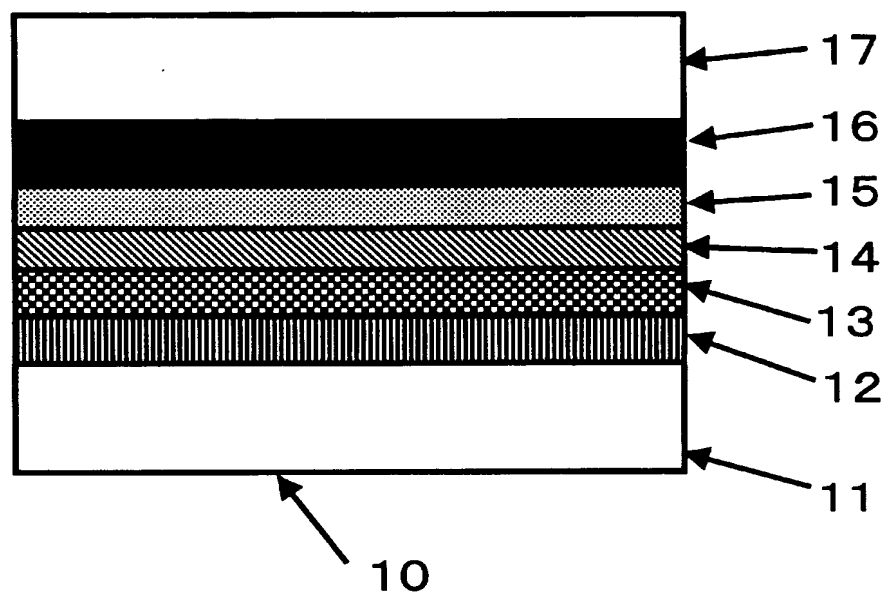
【符号の説明】

- 1 0、2 0、3 0 光磁気記録媒体
- 1 1、2 1、3 1 光ディスク基板
- 1 2、2 2、3 2 誘電体層
- 1 3、2 3、3 7 再生層
- 1 4、2 5、3 6 中間遮断層
- 1 5、2 6、3 5 記録層
- 1 6、2 7、3 8 第 2 の誘電体層
- 1 7、2 8 オーバーコート層
- 2 4 制御層
- 1 9 再生レーザビームスポット
- 2 9 a、3 3 核形成層
- 2 9 b、3 4 グレイン成長層

【書類名】

図面

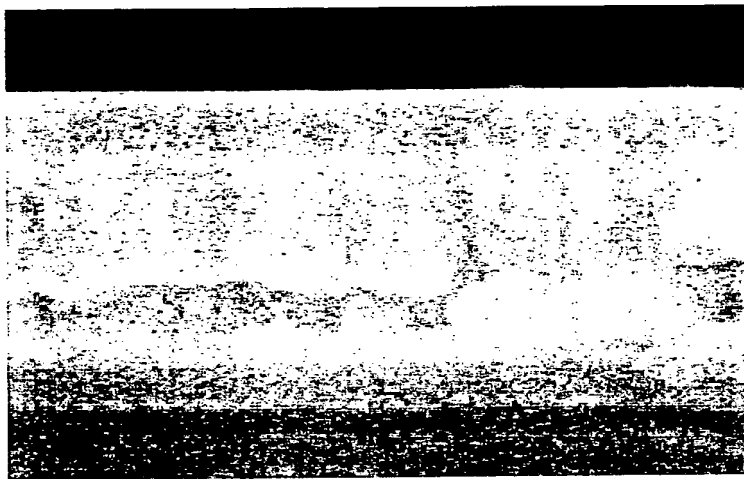
【図 1】



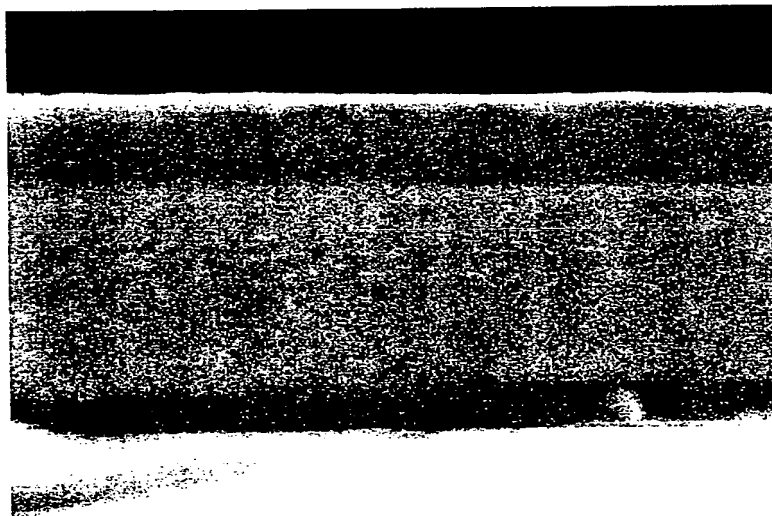
- 10...光磁気ディスク
- 11...光ディスク基板
- 12...誘電体層
- 13...再生層
- 14...中間層
- 15...記録層
- 16...第2の誘電体層
- 17...オーバーコート層

【図 2】

(a)

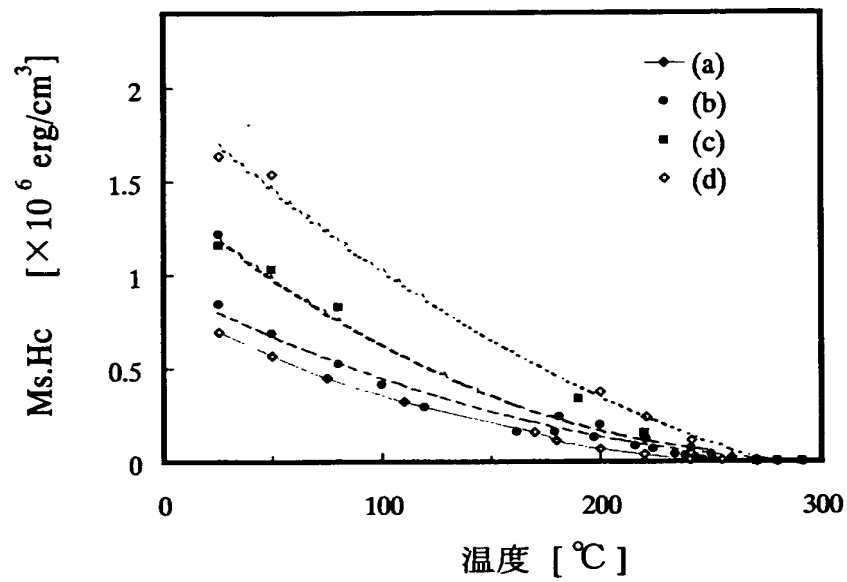


(b)

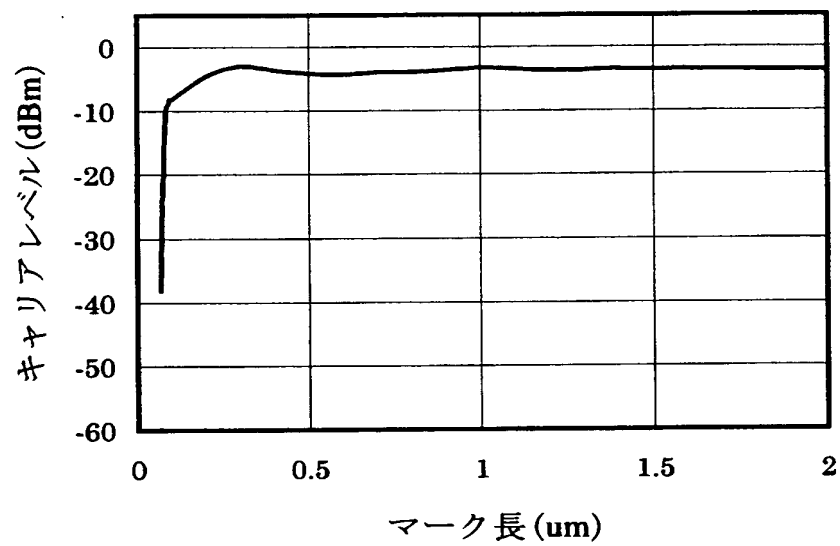




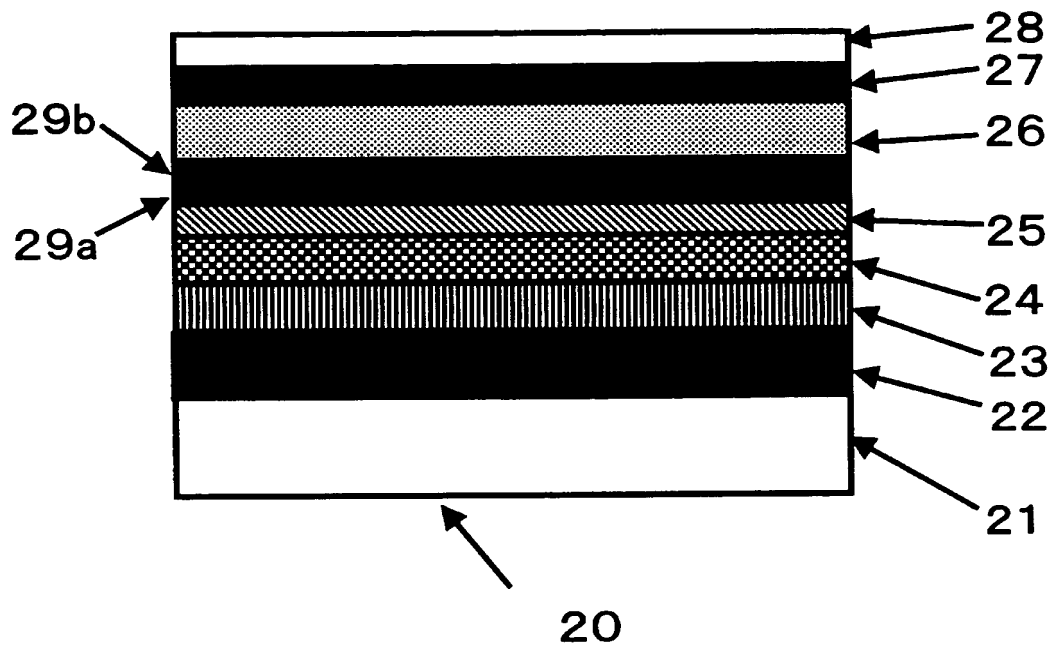
【図 3】



【図 4】

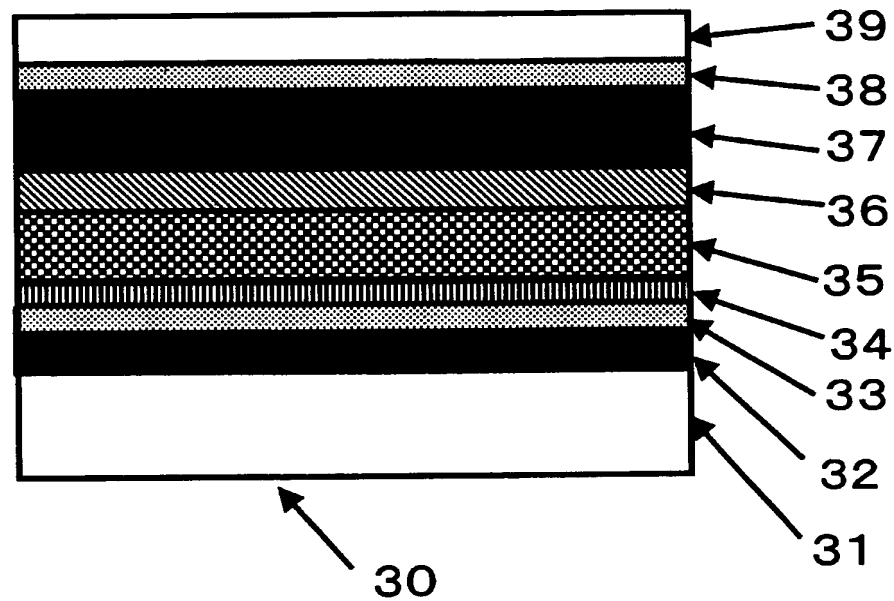


【図 5】



- 20・・・光磁気ディスク
- 21・・・光ディスク基板
- 22・・・誘電体層
- 23・・・再生層
- 24・・・制御層
- 25・・・中間層
- 26・・・記録層
- 27・・・第2の誘電体層
- 28・・・オーバーコート層
- 29a・・・核形成層
- 29b・・・グレイン成長層

【図6】



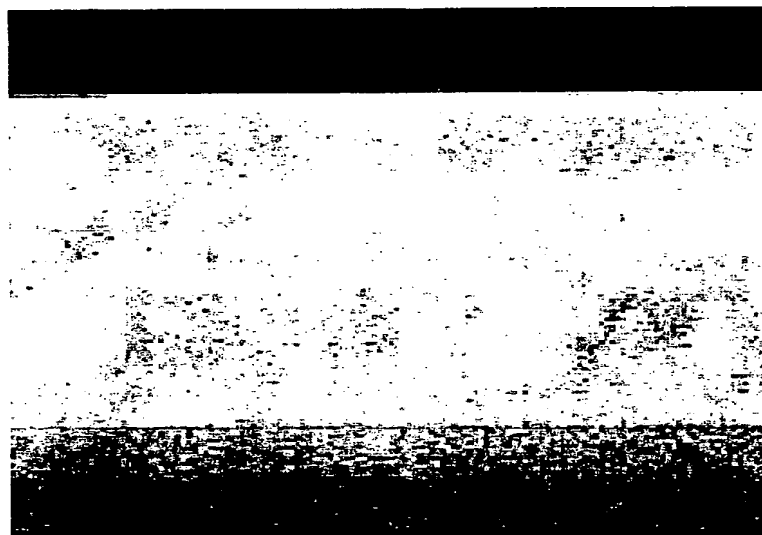
- 30・・・光磁気ディスク
- 31・・・ディスク基板
- 32・・・誘電体層
- 33・・・シード層
- 34・・・グレイン成長層
- 35・・・記録層
- 36・・・中間層
- 37・・・再生層
- 38・・・第2の誘電体層
- 39・・・潤滑層

【図 7】

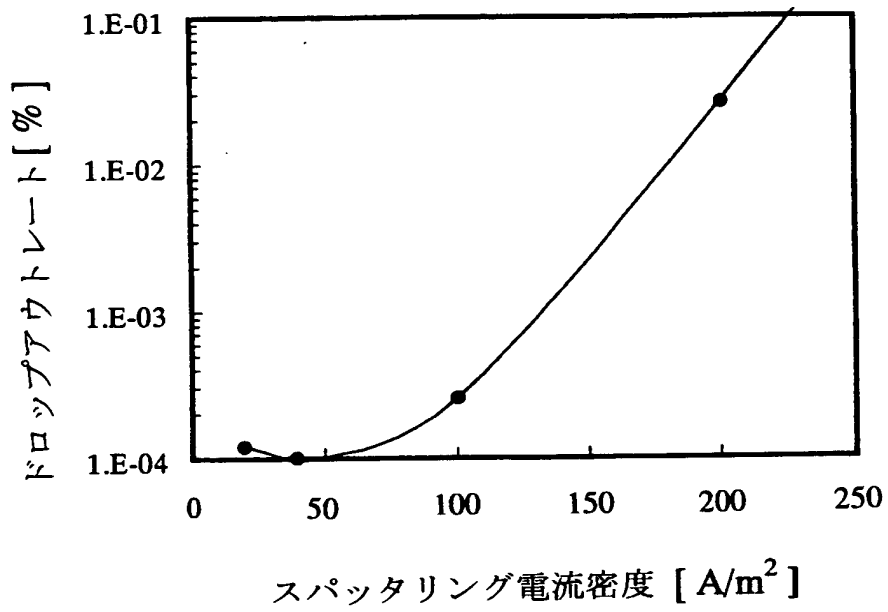
(a)



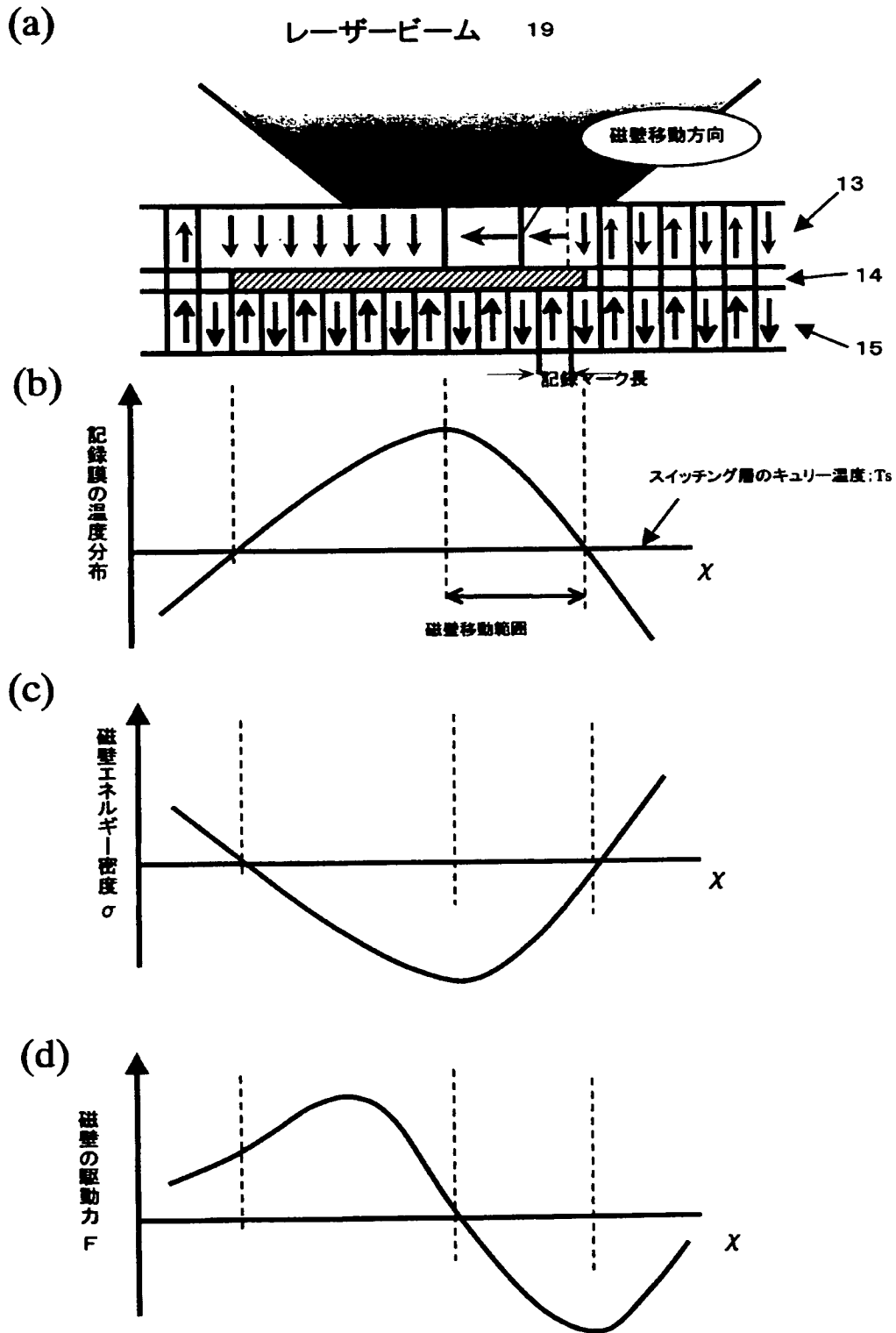
(b)



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高密度記録した場合にも DWDD 方式による安定した記録再生が可能な光磁気記録媒体などの実現。

【解決手段】 光ディスク基板 10 上に、少なくとも再生層 13、中間層 14、記録層 15 が順次積層した構成を備え、少なくとも再生光スポット内の記録情報検出領域内では、再生層 13 は記録層 15 に比べて磁壁抗磁力が小さく、再生層 13 および記録層 15 よりもキュリー温度の小さい磁性層を備えた構成の光磁気記録媒体であって、膜面垂直方向の柱状の核となる核形成層である再生層 13 の上にコラム形状に成長させて形成した構造の記録層 15 を有し、その構造単位の幅が 2 nm 以上 40 nm 以下、膜厚が 50 nm 以上である光磁気記録媒体。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 5 4 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[ 変更理由 ]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社